

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09212196 A**

(43) Date of publication of application: **15.08.97**

(51) Int. Cl

G10L 9/00

H03H 17/02

H03H 21/00

(21) Application number: **08014874**

(22) Date of filing: **31.01.96**

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>**

(72) Inventor: **ITO KENZO
MIZUSHIMA MASAHIKE**

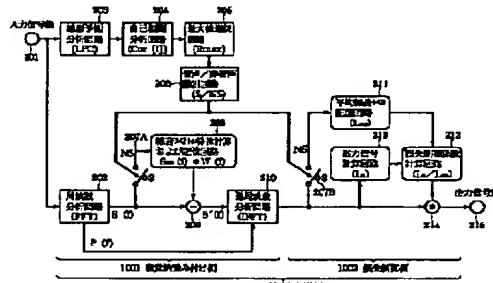
(54) NOISE SUPPRESSOR

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a noise suppressor which can efficiently pick up only an object signal.

SOLUTION: A power spectrum component and a phase component are extracted from an input signal by a frequency analyzing circuit 202, on the other hand, it is discriminated by a voice/non-voice discrimination circuit 206 whether an input signal is an object signal or a noise, only when it is a noise, an input signal spectrum $S_{ns}(f)$ is taken in a noise spectrum characteristics calculation circuit 208 and a storage circuit 208, multiplied by an aural weight coefficient $W(f)$, a difference between the signal and average power spectrum $S(f)$ of the input signal is obtained, and it is restored by an inverse frequency analyzing circuit 210. Further, when a residual noise exists, an output of a loss control coefficient calculating circuit 212 is multiplied by an operation means 214; and a residual noise is almost completely eliminated.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-212196

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 9/00			G 1 0 L 9/00	F
H 0 3 H 17/02	6 0 1	9274-5 J	H 0 3 H 17/02	6 0 1 G
21/00		9274-5 J	21/00	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-14874

(22) 出願日 平成8年(1996)1月31日

特許法第30条第1項適用申請有り 1995年11月17日 社
団法人電子情報通信学会発行の「電子情報通信学会技術
研究報告 信学技報 Vol. 95 No. 358」に発表

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 伊藤 壱三

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 水島 昌英

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

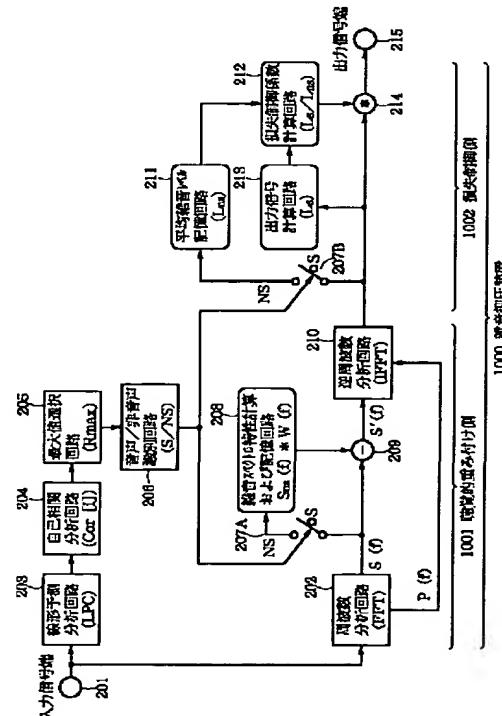
(74) 代理人 弁理士 小林 将高

(54) 【発明の名称】 雑音抑圧装置

(57) 【要約】

【課題】 目的信号のみを効率よく拾い出すことができる雑音抑圧装置を提供することである。

【解決手段】 パワースペクトル成分と位相成分を入力信号から周波数分析回路202で抽出し、一方音声／非音声識別回路206で入力信号が目的信号か雑音を判別し、雑音であるときのみスイッチ207Aにより雑音スペクトル特性計算回路および記憶回路208に入力信号スペクトル $S_{n s}(f)$ をとり込み、聴覚的重み係数 $W(f)$ を乗じ、入力信号の平均パワースペクトル $S(f)$ との差を取り、それを逆周波数分析回路210で元に戻す。さらに残留雑音があるときは損失制御係数計算回路212の出力を演算手段214で乗じ、ほぼ完全に残留雑音を消す構成を特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 雑音と目的信号が混在した音響信号を入力信号とし、その入力信号から雑音のみを抑圧する雑音抑圧装置において、

前記入力信号を周波数分析して信号のパワースペクトル成分と位相成分を抽出する周波数分析回路と、前記入力信号を目的信号かそれ以外の雑音かを判別する目的信号／雑音識別回路と、その信号判別結果から雑音の平均的なパワースペクトルを計算し、この平均的なパワースペクトル特性に聴覚的な重み付けをする雑音スペクトル特性計算および記憶回路と、この聴覚的な重み付けした平均的なパワースペクトルを前記入力信号のパワースペクトルから引き算する減算手段と、その結果をもとの時間領域に変換する逆周波数分析回路とを有することを特徴とする雑音抑圧装置。

【請求項2】 雑音と目的信号が混在した音響信号を入力信号とし、その入力信号から雑音のみを抑圧する雑音抑圧装置において、

前記入力信号を周波数分析して信号のパワースペクトル成分と位相成分を抽出する周波数分析回路と、前記入力信号を目的信号かそれ以外の雑音かを判別する目的信号／雑音識別回路と、その信号判別結果から雑音の平均的なパワースペクトルを計算し、この平均的なパワースペクトル特性に聴覚的な重み付けをする雑音スペクトル特性計算および記憶回路と、この聴覚的な重み付けした平均的なパワースペクトルを前記入力信号のパワースペクトルから引き算する減算手段と、その結果をもとの時間領域に変換する逆周波数分析回路と、前記入力信号のパワースペクトルから雑音のパワースペクトルを引き算した結果、引き残ってしまった残留雑音に対し、さらにこれを減少させるために、前記残留雑音レベルを記憶する平均雑音レベル記憶回路と、残留雑音の損失制御係数を計算する損失制御係数計算回路と、前記損失制御係数から前記逆周波数分析回路の出力信号の損失を制御する演算手段とを有することを特徴とする雑音抑圧装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、種々の雑音環境で音声信号などを収集する場合などにおいて、目的信号以外の信号（この場合は雑音）を抑圧し、目的信号のみを効率良く拾い出すことのできる雑音抑圧装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 通常、一般的な音響機器の主なる目的は、音響信号を効率よく収音し、またそれを拡声することである。その基本となる構成要素は、（1）音響信号を収音して電気信号に変換するマイクロホン、（2）その電気信号を增幅する增幅回路、（3）増幅された電気信号を再び音響信号に変換するスピーカーやレシーバーなどに代表される音響変換器の3要素である。ここで、

上記（1）の音響信号を収音する構成要素において、その目的は2つに分類できる。すなわち、その一つは全ての音響信号をできるだけ忠実に収音することであり、もう一つは目的の信号だけを収音することである。

【0003】 本発明は、後者の「目的信号だけを効率的に収音すること」に関するものである。この中でも、マイクロホンなどを複数個使って目的信号（説明の都合から以後これを音声信号と呼び、それ以外を雑音と呼ぶ）をより効率良く収音する装置などもあるが、本発明は、

10 すでに収音された入力信号に対し、目的信号以外の雑音を抑圧する装置に関するものである。このいわゆる雑音抑圧装置において、従来から数多くの装置が実現されている。その中で、文献（S. Boll, "Suppression of acoustic noise in speech using spectral subtraction", IEEE Trans., ASSP, Vol. 27, No. 2, pp. 113-120, 1979）に示すような信号のパワースペクトルに着目した雑音抑圧装置がある。

【0004】 その基本原理の動作概要を、図4を用いて説明する。図4において、101は入力信号端、102は入力信号が音声信号か雑音かを判別する信号識別回路、103は入力信号のパワースペクトルと位相情報を得る周波数分析回路、104は記憶回路、105はスイッチで、信号識別回路102の出力で制御され、入力信号が雑音のときのみ閉成され、周波数分析回路103の出力を記憶回路104に記憶させる。106は減算手段、107は逆周波数分析回路で、周波数分析回路103と逆の動作を行う。108は出力信号端である。

【0005】 次に動作について説明する。まず入力信号は、入力信号端101から取り込まれ、信号識別回路102と周波数分析回路103に送られる。信号識別回路102では、信号レベルの頻度分布特性（R. J. McAulay and M. L. Malpass, "Speech enhancement using a soft-decision noise suppression filter", IEEE Trans., ASSP, Vol. 28, No. 2, pp. 137-145, 1980）などを使って音声／雑音の種別を識別する。周波数分析回路103では、信号のパワースペクトル $S(f)$ と位相情報 $P(f)$ を得る。ここで周波数分析は、通常、FFT (Fast Fourier Transform)などを用いて行う。記憶回路104には、信号識別回路102で分析された信号の識別結果

40 （音声信号あるいは雑音かの識別結果）によって、雑音の場合のみに限ってスイッチ105をNS側に倒すことによって得られる平均的な雑音のパワースペクトル特性 $[S_{ns}(f)]$ が記憶される。ここで、信号識別回路102における識別結果が「音声」と識別された場合にはスイッチ105はS側に倒れる。そして、入力信号スペクトル $S(f)$ から平均雑音スペクトル $S_{ns}(f)$ を減算手段106により差し引いたスペクトル特性 $S'(f)$ を得る。最後に、ここで得られた $S'(f)$ と分析された位相情報 $P(f)$ を用いて逆周波数分析回路107において時間領域の信号に戻し出力信号端108

から出力する。この時、信号の位相情報は、通常なにもしないで分析結果をそのまま用いる。以上の処理を式で表すと式(1)のようになる。

$$S^-(f) = \begin{cases} S(f) - \alpha S_{ns}(f) & \text{if } S(f) > S_{ns}(f) \\ 0 \text{ or } ns(f) & \text{else} \end{cases} \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 α は減算係数、 $ns(f)$ は通常減算後のスペクトルが負にならないようにするために付加する低レベルの雑音である。

【0007】このような処理によって、信号出力端108には、雑音成分の周波数スペクトル成分が除去された信号が出力される。以上のような雑音抑圧法は、雑音信号のパワースペクトル特性がほぼ定常であれば、理想的に雑音を抑圧できるものである。しかしながら、通常、自然界における雑音の特性は「ほぼ定常」とはいえ、時々刻々と変化するものである。したがって、従来法で示したような雑音抑圧装置で処理された出力信号は、雑音は抑圧されて聞えにくくなるものの、抑圧しきれない雑音が新たに聞こえるため、実際にはこれが耳障りな雑音（ここではこれを残留雑音と呼ぶ）となり、従来法において雑音抑圧装置を実現する上で大きな課題になつた。

【0008】本発明の目的は、目的信号のみを効率よく拾い出すことができる雑音抑圧装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記の従来法を用いて実現した雑音抑圧装置で最も大きな問題であった残留雑音をできるだけ聞えないようにするために、入力信号のパワースペクトル特性から差し引くところの雑音の平均パワースペクトル特性に聴覚的な重み付けを施すことを特徴とする。すなわち、前述の式(1)において減算係数 α のかわりに聴覚的な重み係数 $W(f)$ を新たに用いる方法である。このような重み係数を導入することによって聴覚的に耳につく残留雑音を大きく軽減することが可能となる。

【0010】換言すると、従来法における式(1)の α の値は、雑音抑圧量をできるだけ大きくするために、1.0以上の値を用いる。しかし、この値を大きくすることで雑音を大きく抑圧できる反面、目的信号部分をも抑圧してしまう場合も多く、「過度の抑圧」となってしまう恐れがある。本発明では、目的信号に大きな歪を与えることなく、しかも雑音の抑圧量を大きくするような重み係数 $W(f)$ を用いるため、結果的に処理音声の品質劣化を極力おさえることが可能となる。

【0011】さらに本発明では、上述の方法によって残留雑音を限りなく小さくすることができるが、それでも雑音の種類や大きさ（信号対雑音比）などによって完全に残留雑音を抑圧できない場合が生じ、特にこの残留雑音は、音声信号の存在しない区間で耳に付く場合が多

* 【0006】
【数1】

*

い。そこで本発明の装置では、この残留雑音をさらに抑圧するために、この雑音を損失制御することで、ほぼ完全に音声信号がない信号区間で残留雑音を抑圧できるところに特徴を有する。

【0012】

【作用】本発明においては、音声と雑音とを識別し、雑音に対して聴覚的な重み係数を乗じて雑音スペクトル特性を求め、これを入力信号のパワースペクトルから減算するので、音声の品質劣化を極力おさえ、しかも聴覚的に耳につく残留雑音を大きく軽減する。

【0013】また、さらに残留雑音に対して損失制御することで、ほぼ完全に残留雑音が消える。

【0014】

【実施例】図1は本発明の一実施例を示すブロック図である。

【0015】図1において、1000は雑音抑圧装置、1001は聴覚的重み付け側、1002は損失制御側を示している。201は入力信号端、202は周波数分析回路、203は線形予測分析回路、204は自己相関分析回路、205は最大値選択回路、206は音声／非音声識別回路であり、この出力で後述のスイッチ207A、207Bをオン、オフ制御する。

【0016】208は雑音スペクトル特性計算および記憶回路で、ここで聴覚的重み付けが行われる。209は減算手段、210は逆周波数分析回路で、周波数分析回路202と逆の順序の動作を行う。以上が聴覚的重み付け側1001に対応する。

【0017】211は平均雑音レベル記憶回路、212は損失制御係数回路、213は出力信号計算回路、214は演算手段、215は出力信号端であり、以上が損失制御側1002に対応する。

【0018】次に、本発明の実施例の動作を説明する。入力信号は信号入力端201から取り込まれ、従来法と同様に周波数分析回路202において、パワースペクトル $S(f)$ と位相情報 $P(f)$ を得る。同時に、入力信号は、線形予測分析回路203によって線形予測残差信号（ここではこれを残差信号と呼ぶ）を抽出する。残差信号は、自己相関分析回路204に送られ、ここで残差信号の自己相関関数 $(Cor[i])$ を得る。そして、最大値選択回路205において自己相関係数のピーク値（最大値であり、ここではこれを $Rmax$ と呼ぶ）を求め、この $Rmax$ を用いて、音声／非音声識別回路206で入力信号の種類を識別する。すなわち、 $Rmax$ がある値（例えば T_h ）よりも大きい場合を音声信

号、それ以下を雜音と判別することにする。この R_{max} は、信号波形の周期性の強弱をよく表現できる特徴量としてよく用いられる。つまり、入力信号のうち、雜音信号の多くは時間あるいは周波数領域においてランダムな特性を持つことが多く、また一方、音声信号の大部分は有声が占めており、その信号は周期性を持つ。従って、周期性のない信号区間はこれを雜音と識別することは有効である。勿論、音声信号には無声子音が含まれており、このような周期性に関する特徴量のみだけでは正確な音声／非音声の識別はできない。しかし、種々の環境騒音などの中から信号レベルが非常に小さい無声子音（例えば、p, t, k, s, h, f など）を正確に検出することは非常に困難である。従って、本発明の装置では、「確実に音声信号ではないと思われる信号区間を識別して、その長時間平均スペクトル特徴を求める」という考えに基づいて音声／非音声の識別を行っている。

【0019】換言すると、「確実に雜音信号と思われる信号の平均スペクトル特性」が求められればよいわけであり、 R_{max} を小さい値に設定しておくことによって代表的な雜音スペクトル特性が得られる訳である。例え*20

$$S_{new}(t, f) = S_{old}(f) \beta + S_t(f)(1-\beta)$$

ここで、 $S_{new}(t, f)$ は更新された雜音スペクトル、 $S_{old}(f)$ は更新前の雜音スペクトル、 $S_t(f)$ は入力信号が雜音と識別された時の雜音スペクトルをそれぞれ示す。また、 β は平均の重み係数である。

【0022】雜音の抑圧処理は式（1）と同様な方法で※

$$S'(f) = \begin{cases} S(f) - W(f) S_{ns}(f) & \text{if } S(f) > S_{ns}(f) \\ 0 \text{ or } th(f) & \text{else} \end{cases} \quad \dots \quad (3)$$

この $W(f)$ は、前述した残留雜音の「聴こえ」を限りなく小さくする働きがあり、その効果は式（4）のようになることで効果がより大きくなる。すなわち、 $W(f)$ の f を周波数のポイントとして i に置き換える ★

$$W(i) = \{B - (B/fc)i\} + K, \quad i = 0, fc \quad \dots \quad (4)$$

で表わされる。ここで、 fc は、入力信号の周波数域域に相当する値、 B および K は重み係数であり、この値が大きいほど抑圧量が大きくなる。この聴覚的重み係数は、式（4）で示したような特性だけでなく、雜音の平均的特性を擬似したものでも当然同様な効果があり、式（4）に限定されるものではない。さらに、重み係数 B と K は、装置である値に固定してもよいが、雜音の種類や大きさによって適応的に逐次変化させることによって、雜音抑圧の効率をより大きくすることができる。

【0025】以上の処理で、入力信号に重畠した雜音の平均的なスペクトルが除去され、新たなスペクトル $S'(f)$ が演算手段 209 から得られる。これと先に分析した位相情報 $P(f)$ を用いて逆周波数分析回路 210 で処理し、周波数領域から時間領域に戻して信号波形を得る。この信号波形は雜音の周波数成分は抑圧されているので音声信号のみが残ることになるが、実際は、時々

*ば、図 2 は、「カフェテリア」で収音した雜音信号を、 R_{max} を用いて識別して雜音と思われる信号区間の平均スペクトル特性 ($S_{sel}[f]$) の一例を示したものである。同図には、視察で雜音区間を指定した場合の平均スペクトル特性 ($S_{all}[f]$ および両者の差分特性 ($|S_{all}[f] - S_{sel}[f]|$) も同時に示した。ここで、 R_{max} の値は 0.14、測定時間長は 12 秒とし、この時の雜音識別率は 77.8% であった。同図から、 $S_{all}[f]$ と $S_{sel}[f]$ の差は非常に小さく、「カフェテリア」のような種々の雜音が入り混じった環境音でも、 R_{max} によって平均的な雜音スペクトル特性を求めることが可能であることがよくわかる。

【0020】さて、周波数分析された信号スペクトル $S(f)$ は、雜音と識別された場合のみスイッチ 207A が閉じ、雜音スペクトル $S_{ns}(f)$ として雜音スペクトル特性計算および記憶回路 208 に蓄積される。時刻 t に入力信号が雜音と判定された場合の雜音スペクトル特性の更新は、式（2）で求める。

【0021】

【数 2】

..... (2)

※行うが、本発明では式（1）における α のかわりに式（3）で示すような $W(f)$ を用いる。

【0023】

【数 3】

、

30★と、

【0024】

【数 4】

..... (4)

刻々と変化する種々の環境騒音などのスペクトル特性は、平均的スペクトル特性とは微妙に異なる。従って、残留雜音が大幅に低減できたとしても、雜音の種類や大きさによってはさらに雜音のレベルを抑圧する必要が出てくる。そこで、本発明ではこの問題を解決するため 40 に、次に述べる処理を行っている。

【0026】すなわち、入力信号が雜音であると識別された時の残留雜音レベルを、平均雜音レベル記憶回路 211 に蓄積する。この平均雜音レベル L_{ns} は、先に述べた平均スペクトル特性と同様に入力信号が雜音と識別された時のみ更新されることになる。例えば、時刻 t に更新された平均雜音レベル $L_{new}[t]$ は、式（5）で求められる。

【0027】

【数 5】

$$L_{\text{new}}[t] = L_{\text{old}} \beta + L_n[t] (1 - \beta)$$

ここでは、 L_{old} は更新される前の平均雑音レベル、 $L_n[t]$ は時刻 t における残留雑音レベルを示す。 β は、式 (2) と同様に平均化の係数で $\beta < 1$ 、0 の条件で設定する。そして、これら両者を用いて出力信号レベルを損失制御する制御係数を計算する。具体的には、時

$$A[t] = L_s[t] / \mu L_n[t]$$

ここで、 $L_s[t]$ は逆周波数分析回路 210 の出力信号であり出力信号計算回路 213 で計算され、 μ は所望の損失量を示す。ただし、この損失制御係数 $A[t]$ は、 $A[t] \leq 1.0$ とする。最終的な本装置の出力信号は、逆周波数分析回路 210 の出力信号波形に損失制御係数 $A[t]$ が演算手段 214 で乗じられ、出力信号は出力信号端 215 から得られる。

【0029】以上述べた処理は、フレーム処理を基本とし、信号出力はコサイン窓などを乗じた後、切り出し窓長の $1/2$ ズhift して重ね合わせる方法で行うのがよい。

【0030】図 3 は、本発明の使用の一例を示すブロック図である。この図で、2000 はマルチマイクロホンシステムで、例えば 10 個からなるマルチマイクロホン 2001 と処理回路 2002 からなり、これが本発明の雑音抑圧装置 1000 の前段に設けられた構成である。

【0031】この構成にすると、マルチマイクロホンシステム 2000 で生じる多様な残留雑音もほぼ完全に抑圧される顕著な効果がある。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、雑音と目的信号が混在した音響信号を入力信号とし、その入力信号から雑音のみを抑圧する雑音抑圧装置において、前記入力信号を周波数分析して信号のパワースペクトル成分と位相成分を抽出する周波数分析回路と、前記入力信号を目的信号かそれ以外の雑音かを判別する目的信号/雑音識別回路と、その信号判別結果から雑音の平均的なパワースペクトルを計算し、この平均的なパワースペクトル特性に聴覚的な重み付けをする雑音スペクトル特性計算および記憶回路と、この聴覚的な重み付けした平均的なパワースペクトルを前記入力信号のパワースペクトルから引き算する減算手段と、その結果をもとの時間領域に変換する逆周波数分析回路とからなるので、重み係数の導入により目的信号の歪を最小限に抑え、しかも聴覚的に耳につく残留雑音を大きく軽減することができる。

【0033】また、入力信号のパワースペクトルから雑音のパワースペクトルを引き算した結果、引き残ってし

..... (5)

刻 t の損失制御係数は、損失制御係数計算回路 212 で $A[t]$ として式 (6) で求める。

【0028】

【数 6】

..... (6)

まつた残留雑音に対し、さらにこれを減少させるために、前記残留雑音レベルを記憶する平均雑音レベル記憶

10 回路と、残留雑音の損失制御係数を計算する損失制御係数計算回路と、前記損失制御係数から前記逆周波数分析回路の出力信号の損失を制御する演算手段とを有するので、重み係数だけでは抑圧しきれずに残った残留雑音もほぼ完全に抑圧することができる。

【0034】このように、本発明は従来法による雑音抑圧装置において、完全に除去できなかった残留雑音を、聴覚的に聽こえにくくように処理することによって、雑音を効率よく除去できるため、非常に耳にやさしく快適な状態で使用することのできる雑音抑圧装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図 2】 R_{max} を用いて識別された雑音信号の平均スペクトル特性の一例を示す図である。

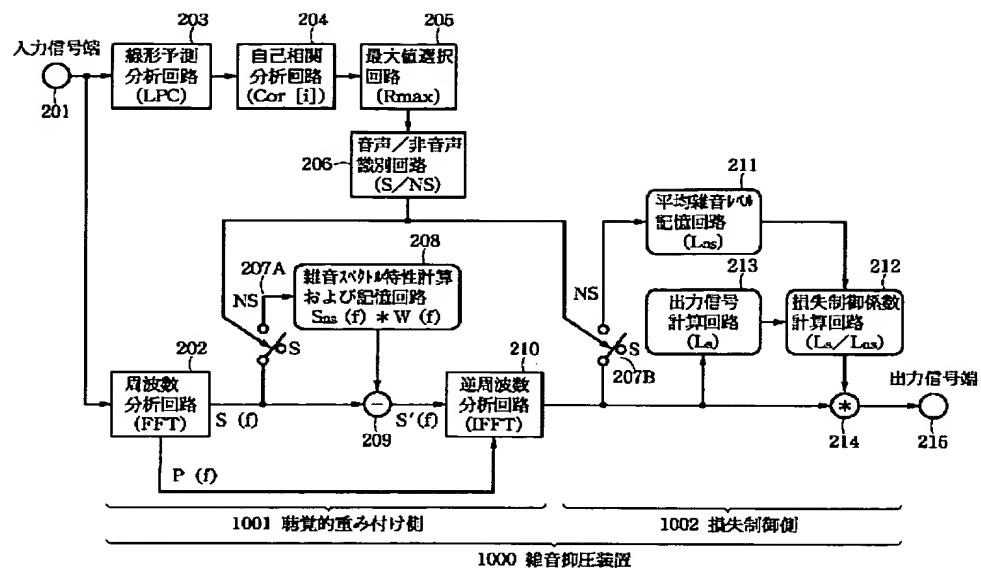
【図 3】本発明の使用の一例を示すブロック図である。

【図 4】従来法における雑音抑圧装置の構成を示すブロック図である。

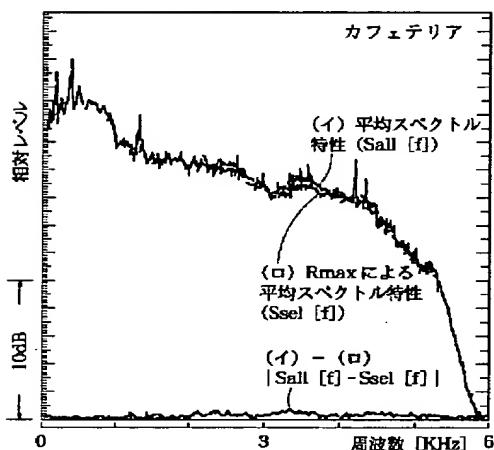
【符号の説明】

30 201 信号入力端
 202 周波数分析回路
 203 線形予測分析回路
 204 自己相関分析回路
 205 最大値選択回路
 206 音声/非音声識別回路
 207A スイッチ
 207B スイッチ
 208 雜音スペクトル特性計算および記憶回路
 209 減算手段
 40 210 逆周波数分析回路
 211 平均雑音レベル記憶回路
 212 損失制御係数計算回路
 213 出力信号計算回路
 214 演算手段
 215 信号出力端

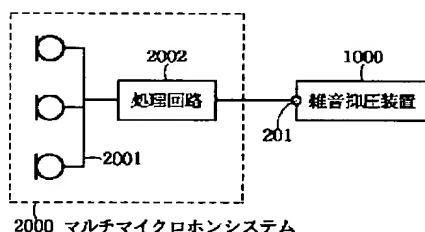
【図 1】



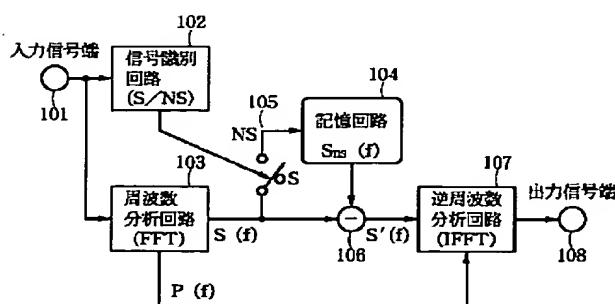
【図 2】



【図 3】



【図 4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.